

基于电力线载波的路灯控制系统设计

艾妮,陈以,常博学

(桂林电子科技大学 电子工程与自动化学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 介绍了采用 MI200E 电力线载波芯片设计路灯控制系统的思路, 重点阐述了控制器模块与电力线载波模块的接口与硬件电路设计以及系统的软件设计。测试结果表明, 该系统实现了路灯控制的良好运行与管理, 性能稳定可靠。

关键词: 电力线载波; 路灯控制; MI200E

中图分类号: TN913.6

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2011)14-0087-03

Design of street lamps control system based on power line communication

Ai Ni, Chen Yi, Chang Boxue

(School of Electronic Engineering and Automation, Guilin University of Electronic Science and Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: This paper introduces the power line carrier chip of MI200E and the design of street lamps control system. It mainly discusses the interface of the controller module and power line carrier module, the design of hardware circuit and the software design of system. By testing the system, it shows that the street lamps control system has a good operation and management with stable function.

Key words: power line carrier; street lamp control; MI200E

电力线通信技术是利用电力线传送数据和语音信号的一种通信方式。该技术将载有信息的高频信号加载到电力线上, 用电线进行数据传输, 通过专用的电力线调制解调, 将高频信号从电力线上分离出来, 传送到终端设备^[1]。本文在我国配电网分布广泛的基础上, 研究和设计了一种以电力线载波传输的方式对路灯进行控制的系统。

1 系统设计

由于电力线在进行跨变压器传输时信号衰减大, 所以根据实际需求可以采用 GPRS 无线网络通信的方式传输或者通过路由接入广域网实现跨地区数据通信。管理人员只需要对计算机进行操作, 通过电力线进行数据传输, 就能对路灯的开关状态进行控制和对路灯的运行状态进行查询, 实现对路灯及时有效的管理控制。

1.1 设计思路

路灯控制系统由主控中心、路灯智能控制中心、路灯控制盒三大部分组成。配电变压器对电力载波信号有阻隔作用, 所以电力载波信号只能在一个配

电变压器区域范围内传送, 主控中心可以通过 GPRS 无线网络或路由器与路灯智能控制中心实现数据传输。智能控制中心接收到主控中心的命令后再通过电力线载波的方式将监控中心的命令传送到各支路的路灯分控盒。与此同时, 路灯智能控制中心通过电力线载波模块对每一个路灯的温度、亮度、电压、电流等情况进行检测, 并向主控中心发送电压电流异常报警、路灯故障报警、超高温报警等信息, 以达到对每个路灯进行管理控制的目的。如图 1 所示。

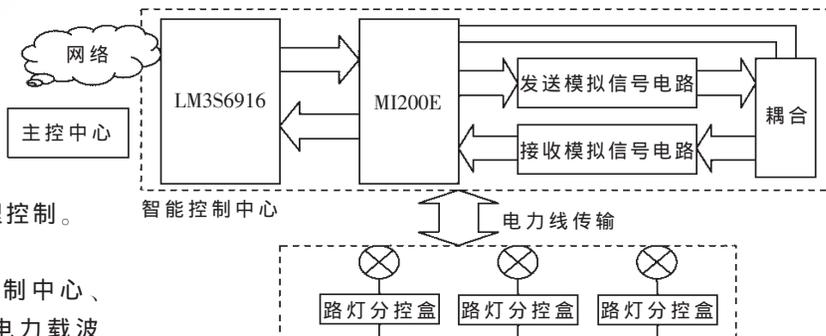


图 1 路灯控制系统框图

应用奇葩

Example of Application

1.2 硬件设计

主要对路灯控制系统的控制器模块与电力线传输模块的接口和电力线传输模块进行设计。

1.2.1 MI200E 电力线载波芯片

电力传输模块选用上海弥亚微公司生产的 MI200E 电力线载波通信芯片,它采用复杂的正交调制原理,该原理应用在信号衰减变化剧烈的电力线传输中有极大的优越性。相比较于当前主要的窄带通信方式、扩频通信方式、正交频复用技术,它能够更有效地阻止相位和正交之间的关联所带来的消极影响。MI200E 是专门针对低压电力线进行优化设计的高集成度、高性能的电力线载波通信芯片,具有通信可靠,抗干扰能力强等特点,用户可以非常容易地将模块嵌入到系统中^[2]。

1.2.2 控制器模块

选用 LM3S6916 的 32 位 ARM 处理器作为智能控制中心的控制器,它支持最大主频为 50 MHz 的 ARM Cortex-M3 内核,集成的嵌套向量中断控制,它相比于其他控制器的最大优势在于其集成了 100 MHz 的以太网^[3]。当智能控制中心与主控中心处于不同的局域网时,计算机通过路由器与广域网连接,只要对 IP 地址进行配置就能实现通信,或者也可以采用 GPRS 无线网络模块进行数据通信。控制器与电力线传输模块采用 SPI 接口,它不需要进行寻址操作,且为全双工通信,简单而高效,最高速率可达几 Mb/s。接口硬件原理图如图 2 所示。

控制器 LM3S6916 的 CPU 主频采用 6 MHz、3.3 V 的电源供电,25 MHz 晶振用于网络数据的传输,系统采用按键复位操作。CS 是 MI200E 的片选输入,SDO 是串行数据输出,SDI 是串行数据输入,SCK 是串行时钟输入。读指令时,将片选信号 CS 设置为低电平,此时 SDO 为高阻态,串行数据由 SDI 输入,并且时钟信号 SCK 的上升沿被锁存。写指令时,数据在时钟信号 SCK 的下降沿由 SDO 输出。PLC_AC 接通电源后,通过电力线载波的

传输方式实现数据的发送和接收。

1.2.3 电力传输模块

智能控制中心的控制器通过电力载波模块与分控盒电力载波模块实现数据传输。由于 MI200E 电力线载波芯片高度集成的特点,使得它的外围电路设计非常简单,故本设计选用 MI200E 作为电力线载波通信芯片,电路原理图如图 3 所示。

MI200E 的模拟电源 AV_{DD} 和数字电源 DV_{DD} 分别并接入 $10\ \mu\text{F}$ 的电解电容和 $100\ \text{nF}$ 的电容,对电源进行滤波。电路设计中在数字电源 DV_{DD} 和模拟电源 AV_{DD} 间串接入磁珠,降低了数字信号对模拟信号的干扰。为了减少 220 V 电压对电力载波芯片的冲击,本设计还在 V_{AC+} 和 V_{AC-} 上分别串联 $5.1\ \text{M}\Omega$ 和 $220\ \text{k}\Omega$ 的电阻后接入电力线。MI200E 能根据不同的要求选择不同的载波速率,本设计采用 $1\ 920\ \text{b/s}$ 的传输速率,12 MHz 的晶振频率,由 PA 和 PB 以 76.8 kHz 的载波信号输出,载波信号经过耦合电路后发送到电力线。RAI+ 和 RAI- 接收电力线上 76.8 kHz 的载波信号,MI200E 载波芯片对数据信号进行解调后作相应的数据处理。

2 软件设计

软件设计用 Keil uVision3 作为 LM3S6916 的编程开发工具,主程序设置时间中断,每隔 2 ms 对 MI200E 的内部寄存器进行查询。发送数据时,MI200E 先以 200 b/s 的速率传输帧头、波特率和数据长度。然后用户可以根据要求重新配置模式寄存器,改变发送数据的波特率。MI200E 具有硬件自动校验功能,可直接从寄存器中读出校验值。接收数据时,先将发送数据时设置的波特率和数据长度写入寄存器,硬件完成 CRC 校验后,检查接收的数据是否正确。系统一直默认为接收数据状态,接收数据流程图如图 4 所示。

3 系统测试

将系统的控制中心模块通过网口与智能控制中心

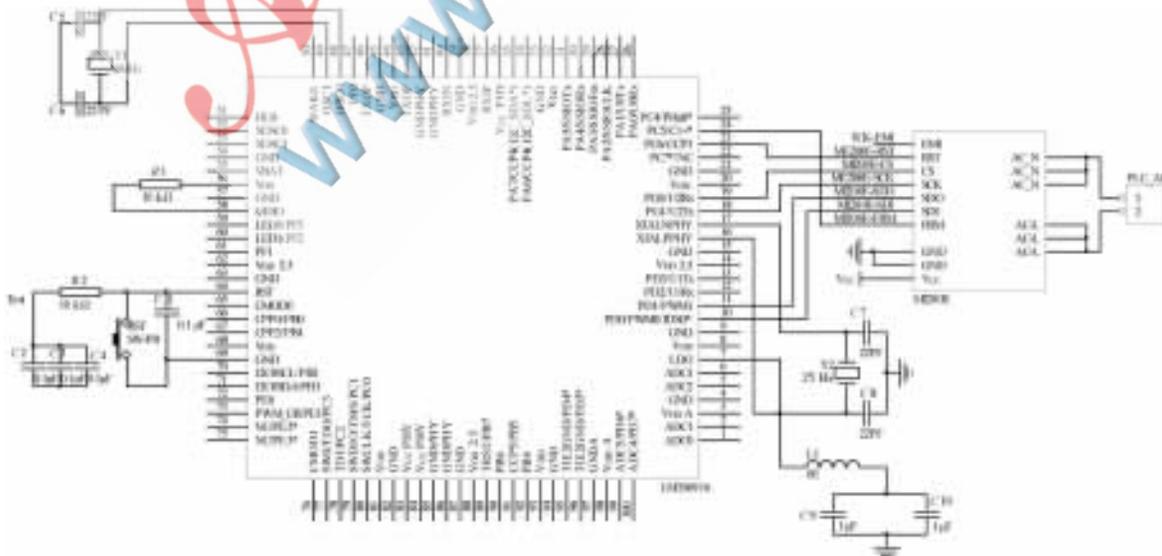


图 2 控制器模块与电力线载波模块接口原理图

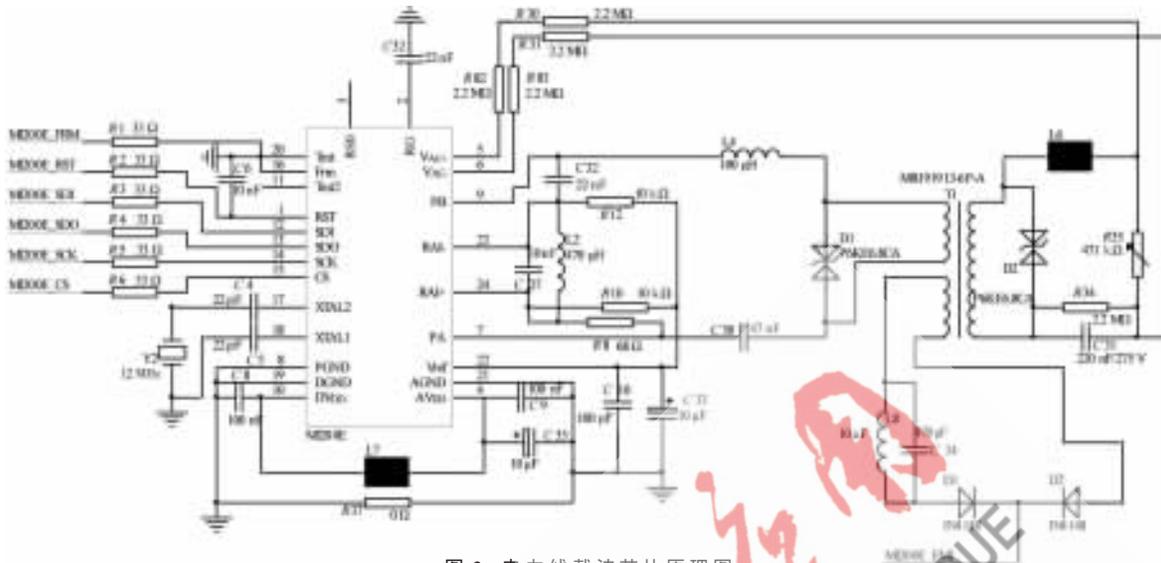


图3 电力线载波芯片原理图

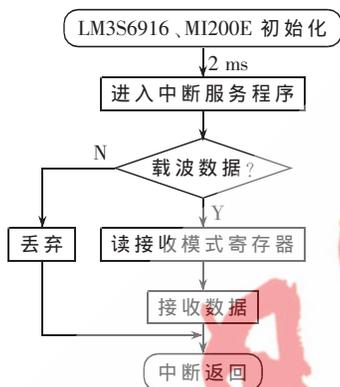


图4 接收数据流程图



图5 系统数据网络测试

模块连接,智能控制中心模块通过电力线与分控盒模块连接。通过网络调试助手对智能控制中心与分控盒通过电力线载波通信进行了多次测试,实现了两者之间的可靠通信。主控中心通过电力线载波方式对路灯实现强制开灯、关灯、上传系统时间、上传路灯运行参数,实现了对路灯的监控与控制要求。本地端口号为默认的4374,本地的IP地址为192.168.1.55,设置服务器即智能控制中心的端口号为5000,IP地址为192.168.1.191。通过网络口调试助手对智能控制中心与分控盒通过电力线载波通信进行了多次测试,实现了两者之间的相互通信。系统网络测试如图5所示。

以太网帧传输协议测试结果显示,上传强制开灯或关灯命令,路灯分控盒返回数据SGGOPL<1KP-GO00000000表示1号路灯开灯或关灯成功。上传系统时间命令返回数据0001UTGO,对应十六进制数据为30 30 30 31 55 54 47 30 20 10 12 02 04 02 16 46 OD OA,即系统时间为20 10 12 02 04 02 16 46,表示2010年12月2日星期四2点16分46秒。上传路灯运行参数命令返回数据0002UPGO,对应十六进制数据为30 30 30 32 55 50 47 30 F1 46 46 00 00 00 01 01 DE

OD OA,即路灯运行参数为F1 46 46 00 0000 00 01 01 DE,转换成十进制数为241 70 70 0 0 0 0 1 1 222,表示继电器开关状态241、路灯运行模式70、路灯强制/自动方式70、路灯亮度值0、环境亮度00、环境温度01、CPU温度1222。

电力线是一个广泛存在的网络,利用这一优势,不需要对路灯系统重新架设网络,只要利用已有的配电网就可以进行数据的传输,这在很大程度上降低了基础建设和维护的成本。本文选用的MI200E作为电力线载波通信模块,它能实现数据稳定可靠的传输,在此基础上研究和设计了一种基于电力线载波的方式对路灯进行控制的系统。系统的实现表明,方案设计可行,性能稳定可靠,可为今后“低碳”经济提供借鉴^[4]。

(收稿日期: 2011-02-24)

参考文献

- [1] 齐淑清. 电力线通信 PLC 技术与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [2] MI200E DataSheet(PDF)[Z]. <http://wenku.baidu.com/view/a53518d4b14e852458fb57e2.html>.
- [3] LM3S6916 中文资料[Z]. <http://wenku.baidu.com/view/4c2bc1f69e3143323968935e.html>.
- [4] 孙志详. LED 道路照明与传统道路照明的比较[J]. 现代显示, 2010(10): 37-40.

作者简介:

艾妮, 女, 1986 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 智能控制。

陈以, 男, 1963 年生, 硕士研究生导师, 副教授, 主要研究方向: 智能控制、计算机应用。

常博学, 男, 1984 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 智能控制。

